

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 42 14 268 C 1

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 16 D 1/06
B 23 F 21/00

②1 Aktenzeichen: P 42 14 268.7-12
②2 Anmeldetag: 4. 5. 92
④3 Offenlegungstag: —
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 1. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Präwema Werkzeugmaschinenfabrik GmbH, 37269
Eschwege, DE

⑦4 Vertreter:

Sparing, K., Dipl.-Ing.; Röhl, W., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Henseler, D., Dipl.-Min. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 40237 Düsseldorf

⑦2 Erfinder:

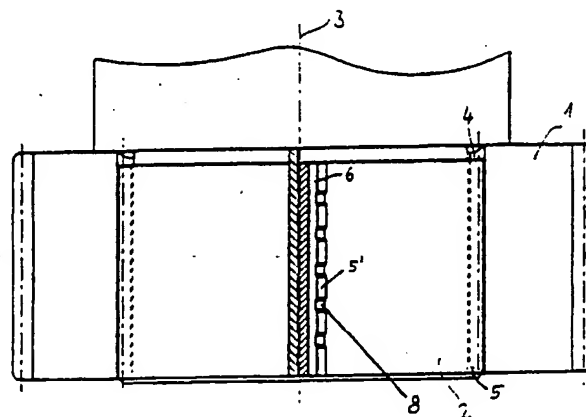
Reuter, Wolfgang, 5276 Wiehl, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 23 47 372 A1
DE-Z.: Antriebstechnik 27 (1988) Nr.3, S.53-58;
DE-Z.: Konstruktion 28 (1976) H.3, S.103-107;

⑤4 Wellen-Naben-Verbindung sowie Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung nutenartiger Vertiefungen in
Zahnflanken für eine Wellen-Naben-Verbindung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Wellen-Naben-Verbindung,
wobei Welle (2) und Nabe (1) zueinander korrespondierende
Zahnprofile aufweisen, die durch eine plastische Verfor-
mung fest verbunden sind, und wenigstens eines der
Zahnprofile mit quer zur Drehachse (3) angeordneten flan-
kenseitigen Vertiefungen (8) versehen ist, in die das andere
Zahnprofil plastisch verformt ist, sowie ein Verfahren und
eine Vorrichtung zur Erzeugung derartiger Vertiefungen (8).



DE 42 14 268 C 1

DE 42 14 268 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wellen-Naben-Verbindung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung nutenartiger Vertiefungen in Zahnflanken von Verzahnungen, insbesondere Zahnwellen nach den Oberbegriffen der Ansprüche 7 bzw. 11.

Es ist bekannt, Naben auf Wellen durch einen Preß/Schrumpfsitz derart zu befestigen, daß Torsionsmomente bzw. Torsionskräfte übertragen werden können. Zur Schaffung eines Preßsitzes werden Nabenbohrung und Wellendurchmesser mit einem Übermaß versehen. Vor dem Aufschrupfen wird die Nabe erwärmt und gegebenenfalls die Welle gekühlt, so daß sich nach dem Fügen und entsprechendem Abkühlen der Nabe und gegebenenfalls Erwärmen der Welle ein mehrachsiger Spannungszustand ergibt, der den Preßsitz bewirkt. Bei dem Aufschrupfen der Nabe kommt es zu einem Zusammendrücken der Oberflächenrauigkeiten und ein Setzbetrag vermindert die Flächenpressung zwischen Nabe und Welle. Ferner kann bei Umlaufbiegemomenten Mikrogleitungen auftreten, so daß die Welle axial aus der Nabe wandert. An der Momenteinleitungsstelle entstehen Spannungskonzentrationen und bei Wechselmomenten Mikroschlupf mit Reibkorrosionsgefahr, wodurch die Dauerfestigkeit herabgesetzt wird. Zudem besteht die Gefahr, daß bei größeren axialen Belastungen die Nabe relativ zur Welle verschoben wird.

Zu einer Vermeidung von Mikroschlupf und einer Erhöhung der Dauerfestigkeit bei Preßverbänden ist in der DE-Z, Antriebstechnik 27 (1988) Nr. 3, Seite 53 bis 58, eine Grenzbelastungen an einer Nabenkante berücksichtigende Haftmaßrechnung zur Auslegung von Preßverbänden mit glatter Welle angegeben.

In der DE-Z, Konstruktion 28 (1976) Heft 3, Seite 103 bis 107, werden Empfehlungen für eine Dimensionierung von Preßverbindungen anhand einer näherungsweise Berechnung von Spannungs- und Verformungsverläufen bei einer einfachen, biegebelasteten Schrumpfverbindung abgeleitet und vorteilhafte Durchmesserverhältnisse von Welle und Nabe sowie Angaben zur Ausgestaltung einer Preßzone gemacht.

Aus der DE-OS 23 47 372 ist eine formschlüssige Verbindung von zwei mit einer Gradverzahnung versehenen, ineinandergreifenden Bauteilen zur Übertragung von Drehmomenten bekannt, wobei mit Zähnen eines bereits verzahnten Bauteils eine korrespondierende Verzahnung in das andere Bauteil durch ein axialfügendes Zusammenpressen der beiden Bauteile geschnitten wird. Bei dieser formschlüssigen Verbindung von Bauteilen mit korrespondierenden Verzahnungen besteht die Gefahr des Mikrogleitens bei Umlaufbiegemomenten, so daß zum Beispiel eine Welle aus einer Nabe herauswandern kann. Ferner kann eine axiale Verschiebung einer Nabe gegenüber einer Welle durch diese Verbindung nicht verhindert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Wellen-Naben-Verbindung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu schaffen, die die Übertragung von sehr hohen Torsionsmomenten erlaubt und ein axiales Verschieben der Nabe gegenüber der Welle vermeidet.

Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Oberbegriffen der Ansprüche 7 bzw. 11 zu schaffen, die das einfache Einbringen geringer Vertiefungen in Zahnflanken, die sich für eine Wellen-Naben-Verbindung eignen, ermöglicht.

Diese Aufgaben werden entsprechend den kenn-

zeichnenden Teilen der Ansprüche 1, 7 und 11 gelöst.

Auf diese Weise können Naben mit Wellen fest verbunden werden, so daß eine Übertragung von sehr hohen Torsionsmomenten ermöglicht und eine axiale Verschiebung der Nabe gegenüber der Welle weitestgehend verhindert wird, indem eine Verzahnung aufweisende Werkstücke mit Vertiefungen an den Zahnflanken versehen werden, die durch plastische Verformung der korrespondierenden Verzahnung des mit dem Werkstück in Eingriff bringbaren Teils einnehmbar sind. Bei der Wellen-Naben-Verbindung können Nabe bzw. Welle durch entsprechendes Erwärmen bzw. Abkühlen zusammengefügt oder auch, bei Wahl entsprechender Materialien, z. B. plastifizierender Materialien, aufeinander gepreßt werden.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung zu entnehmen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Ansicht in Achsrichtung einer Wellen-Naben-Verbindung.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt der Wellen-Naben-Verbindung aus Fig. 1.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Ansicht einer mit Vertiefungen versehenen Verzahnung.

Fig. 4 zeigt schematisch eine Frontansicht einer Ausführungsform einer Vorrichtung zum Herstellen nutenartiger Vertiefungen in Zahnflanken.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform eines Schneideelements.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Wellen-Naben-Verbindung sind eine etwa rad- oder scheibenförmige Nabe 1 und eine Welle 2 konzentrisch zu ihrer Drehachse 3 angeordnet und weisen ineinandergreifende, einander korrespondierende Zahnprofile mit im dargestellten Fall geraden Zähnen 4 bzw. 5 auf, die jeweils Zahnflanken 4', 4'' bzw. 5', 5'' aufweisen. Die Zahnflanken 5', 5'' der Welle 2 sind quer zur Drehachse 3 mit mehreren, sich jeweils von Zahnkopf 6 in Richtung zum Zahnfuß 7 erstreckenden, flankenseitigen, nutenförmigen Vertiefungen 8 versehen, die in Axialrichtung zueinander beabstandet sind, wobei die Zähne 4 der Nabe 1 in die nutenförmigen Vertiefungen 8 hinein plastisch verformt sind, um so einen Sitz zu bewirken, der u. a. die Lage der Nabe 1 auch bei größeren axialen Belastungen aufrechterhält.

Die Vertiefungen 8 in Form von im Schnitt etwa rechteckigen Nuten können jeweils in einer Links- und/oder Rechtsflanke 5', 5'' eines Zahns 5 (bevorzugt) oder auch 4', 4'' eines Zahns 4 je nach Anforderungen in einer Anzahl von wenigstens eins vorgesehen sein. Die Tiefe der Vertiefungen 8 liegt beispielsweise etwa im Bereich zwischen 2/100 mm und 2/10 mm, vorzugsweise zwischen 5/100 mm und 1/10 mm. Die Vertiefungen erstrecken sich zweckmäßigerweise vom Zahnkopf 6 in Richtung zum Zahnfuß 7 mindestens bis über den Wälzkreis 9 hinaus.

Die Vertiefungen 8 an den Zähnen 5 der Welle 2 können mittels eines Werkzeugs 10 hergestellt werden, das als Trägerkörper ein Hohlrad 11 umfaßt, das zahnstückartige Bearbeitungselemente 12 in Form einer zur Verzahnung der Welle 2 korrespondierenden Verzahnung mit gleicher Zahnteilung wie die Verzahnung der Welle 2 trägt. Die Achsen der Welle 2 und des Hohlrades 11 sind parallel und zueinander in einer Richtung senkrecht zur Axialrichtung versetzt, so daß die Welle 2

exzentrisch in dem Hohlrad 11 angeordnet ist.

Die Bearbeitungselemente 12 können Schneid- oder Schleifelemente sein. Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform für ein Hartstoffschneidelement 12, das in Form einer mittels einem Spannelement 13 stirnseitig auf dem Hohlrad 11 festspannbaren, im wesentlichen rhombusförmigen Wendeplatte mit insgesamt vier Schneidkanten 14 ausgebildet ist. Bei diesem Schneidelement 12 befindet sich an den spitzen Ecken jeweils eine Hohlkehle 15 zur Ausbildung eines Paares von zwei benachbarten Schneidkanten 14, von denen eine zur Erzeugung von Vertiefungen 8 an den jeweils rechten Flanken 5' und die andere zur Erzeugung von Vertiefungen 8 an den jeweils linken Flanken 5'' verwendet wird. Nach entsprechendem Verschleiß der Schneidkanten 14 wird das Schneidelement um 180° gewendet, so daß mit dem anderen Paar von Schneidkanten 14 gearbeitet werden kann. — Wenn genügend Platz vorhanden ist und es die Stabilität des Schneidelements 12 zuläßt, kann das Schneidelement 12 auch mit vier Paaren von Schneidkanten 14 versehen werden.

Hohlrad 11 und Welle 2 werden derart zueinander zugestellt, daß ein Bearbeitungselement 12 auf einer durch die beiden Achsen 16, 17 von Hohlrad 11 und Welle 2 verlaufenden Linie 18 bis zu einer vorbestimmten Tiefe in eine Zahnücke zwischen zwei Zähnen 5 der Welle 2 eintaucht.

Man läßt das Hohlrad 11 und die Welle 2 mit gleicher Winkelgeschwindigkeit — insbesondere geregelt über eine CNC-Steuerung entsprechend dem Zähnezahlenverhältnis — umlaufen, wobei über eine Schnitzzustelleinrichtung eine Schnitzzustellung durch Winkelverstellung des einen Teils gegenüber dem anderen, etwa des Hohlrads 11 gegenüber der Welle 2, in Drehrichtung der beiden Teile vorgenommen wird, bis die gewünschte Tiefe der Vertiefungen 8 erreicht ist. Hierdurch werden Vertiefungen 8 beispielsweise auf allen rechten Flanken 5' mittels einer der beiden Schneidkanten 14 erzeugt. Wenn zusätzlich auf allen linken Flanken 5'' Vertiefungen erzeugt werden sollen, ist bei Drehrichtungswechsel die Schnitzzustellung anschließend in entgegengesetzter Richtung vorzunehmen, so daß die Flanken 5'' durch die andere Schneidkante 14 des Paares von benachbarten Schneidkanten 14 des Bearbeitungselements 12 bearbeitet wird. Die Spanabnahme erfolgt vom Zahnkopf 6 der Verzahnung in Richtung zum Zahnfuß 7. Durch die Auslegung der Zahngeometrie tritt die Schneidkante 14 spätestens kurz vor Erreichen des Zahnfußes 7 (etwas unterhalb des Zahnnutkreises) aus.

Die Geometrie der zahnstückartigen Bearbeitungselemente 12 ist derart, daß ihr Kopfkreis unterhalb des Wälzkreises 9 liegt und auf dem gesamten Zahneingriff mit der entsprechenden Flanke 5', 5'' ein "spezifisches Gleiten" in Richtung zum Zahnfuß 7 stattfindet. Da normal im Wälzpunkt zwischen zwei Verzahnungen keine Relativbewegung stattfindet, ist die durch die Bearbeitungselemente 12 gebildete Verzahnung derart geometrisch zu korrigieren, daß sich ein spezifisches Gleiten der Bearbeitungselemente 12 über die gesamte vorgesehene Länge der Vertiefungen 8 ergibt, so daß sich bei der Bearbeitung Späne von im wesentlichen gleichbleibender Stärke dort, wo die Vertiefungen 8 erzeugt werden sollen, durch die Bearbeitungselemente 12 abheben lassen.

Wenn mehrere Vertiefungen 8 nebeneinander angebracht werden sollen, kann das Hohlrad 11 gegenüber der Welle 2 nach einem Bearbeitungsvorgang relativ

axial verschoben und der Bearbeitungsvorgang entsprechend wiederholt werden, oder man kann Bearbeitungselemente 12 verwenden, die entsprechend in Axialrichtung unterbrochene Schneidkanten 14 aufweisen.

Wenn die Nabe 1 alleine oder zusätzlich mit entsprechenden Vertiefungen 8 versehen werden soll, wird das Werkzeug 10 entsprechend innerhalb der Nabe 1 angeordnet und beide werden entsprechend unter Schnitzzustellung gedreht.

Patentansprüche

1. Wellen-Naben-Verbindung, wobei Welle (2) und Nabe (1) zueinander korrespondierende Zahnprofile aufweisen, die durch eine plastische Verformung fest verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Zahnprofile mit quer zur Drehachse (3) angeordneten flankenseitigen Vertiefungen (8) versehen ist, in die das andere Zahnprofil plastisch verformt ist.
2. Wellen-Naben-Verbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Vertiefung (8) jeweils in einer Linksflanke (5') und/oder Rechtsflanke (5'') eines Zahnes (5) angeordnet ist.
3. Wellen-Naben-Verbindung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (8) in den Zahnflanken (5', 5'') einer Zahnwelle (2) angeordnet sind.
4. Wellen-Naben-Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (8) etwa im Bereich zwischen 2/100 mm und 2/10 mm, vorzugsweise zwischen 5/100 mm und 1/10 mm, liegen.
5. Wellen-Naben-Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (8) nutenartig vom Zahnkopf (6) in Richtung Zahnfuß (7) insbesondere bis über den Wälzkreis (9) hinaus verlaufen.
6. Wellen-Naben-Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (8) als im Schnitt rechteckige Nuten ausgebildet sind.
7. Verfahren zur Herstellung nutenartiger Vertiefungen in Zahnflanken von Verzahnungen eines Werkstücks, insbesondere Zahnwellen, dadurch gekennzeichnet, daß man einen zahnstückartige Bearbeitungselemente in Form einer zu der Werkstückverzahnung korrespondierenden Verzahnung mit gleicher Zahnteilung aufweisender Trägerkörper und das Werkstück exzentrisch zueinander mit gleicher Winkelgeschwindigkeit umlaufen läßt, wobei die durch die Bearbeitungselemente gebildete Verzahnung derart geometrisch korrigiert ist, daß sich ein spezifisches Gleiten der Bearbeitungselemente über die Länge der Vertiefungen ergibt, und die Schnitzzustellung durch Winkelverstellung des einen Teils gegenüber dem anderen vorgenommen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß je nach Drehrichtung von Trägerkörper und Werkstück Vertiefungen in Links- oder Rechtsflanken hergestellt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehbewegungen von Trägerkörper und Werkstück durch eine CNC-Steuerung geregelt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die über die Schnit-

zustellung Vertiefungen in den Zahnflanken etwa
im Bereich zwischen 2/100 mm und 20/100 mm,
vorzugsweise zwischen 5/100 mm und 10/100 mm,
erzeugt werden.

11. Vorrichtung zur Herstellung nutzenartiger Ver- 5
tiefungen in Zahnflanken (5', 5'') von Verzahnun-
gen eines Werkstücks (2), insbesondere Zahnwel-
len, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit zahn-
stückförmigen Bearbeitungselementen (12) korre-
spondierend zur Werkstückverzahnung mit glei- 10
cher Zahnteilung versehener Trägerkörper (11) ex-
zentrisch zur Werkstückdrehachse (16) drehbar an-
geordnet ist wobei die durch die Bearbeitungsele-
mente (12) gebildete Verzahnung derart geome- 15
trisch korrigiert ist, daß sich ein spezifisches Gleit-
ten der Bearbeitungselemente über die Länge der
Vertiefungen ergibt, und eine Winkelverstellung
des einen Teils gegenüber dem anderen bewir-
kende Schnitzzustellungseinrichtung vorgesehen
ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch ge- 20
kennzeichnet, daß die Bearbeitungselemente (12)
Schneidelemente oder Schleifelemente sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch ge- 25
kennzeichnet, daß die Schneidelemente (12) auf ei-
ner Stirnseite des Trägerkörpers (11) angeordnet
sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch ge- 30
kennzeichnet, daß die Schneidelemente (12) als im
wesentlichen rhombenförmige Hartstoffwende-
platten ausgebildet sind, die an den Spitzen jeweils
ein Paar von durch eine Hohlkehle (15) getrennte
Schneidkanten (14) aufweisen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

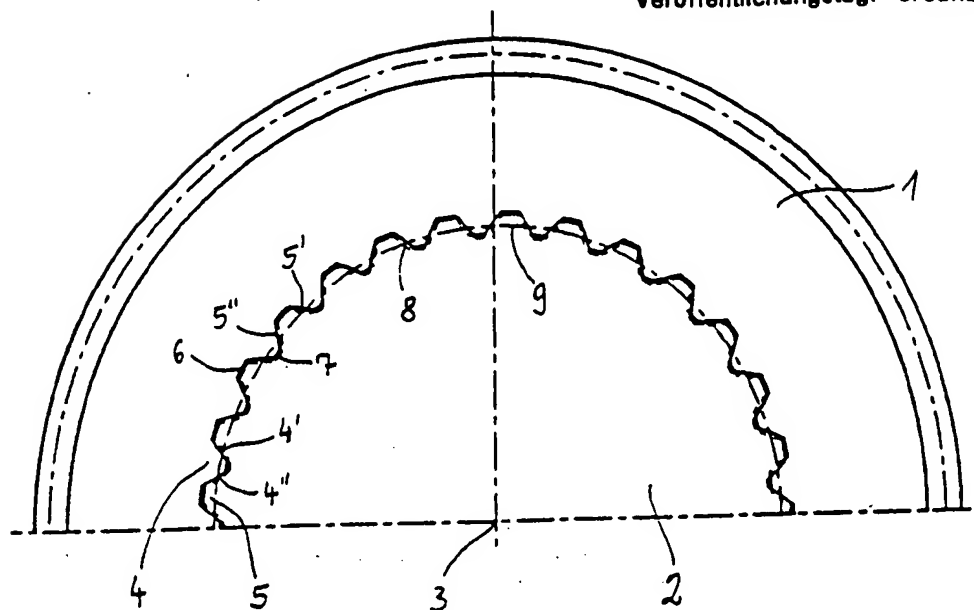


Fig. 1

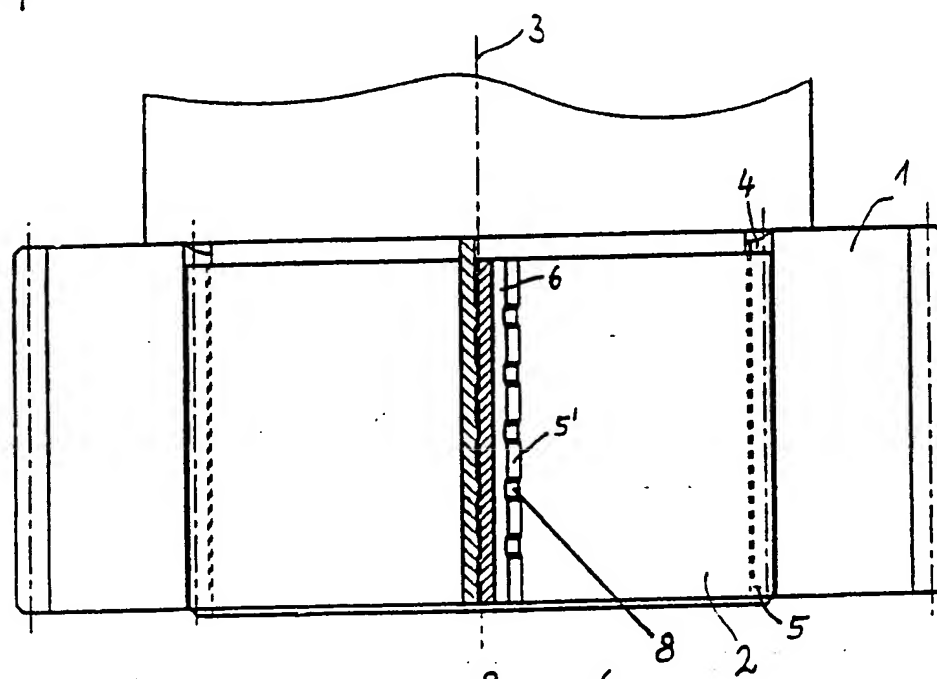


Fig. 2

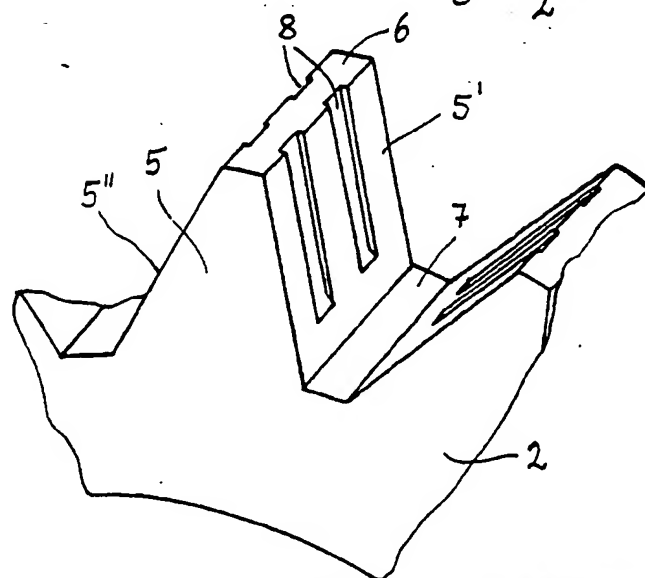


Fig. 3

